

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
ŠUMARSKI FAKULTET  
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK**

**PREDDIPLOMSKI STUDIJ  
DRVNA TEHNOLOGIJA**

**ANDREA LONČARIĆ**

**UTJECAJ OBLAGANJA RUBOVA NA ČVRSTOĆU KUTNOG  
DVOKRAKOG PLOŠNOG SASTAVLJANJA**

**ZAVRŠNI RAD**

**ZAGREB, RUJAN, 2017.**



## PODACI O ZAVRŠNOM RADU

<b>AUTOR:</b>	Andrea Lončarić 25.11.1995. Koprivnica
<b>NASLOV:</b>	Utjecaj oblaganja rubova na čvrstoću kutnog dvokrakog plošnog sastavljanja
<b>PREDMET:</b>	Tehnologija finalne obrade drva
<b>MENTOR:</b>	doc.dr.sc. Goran Mihulja
<b>RAD JE IZRAĐEN:</b>	Sveučilište u Zagrebu- Šumarski fakultet Zavod za namještaj i drvne proizvode
<b>AKAD. GOD.:</b>	2016./17.
<b>DATUM OBRANE:</b>	22. rujna. 2017.
<b>RAD SADRŽI:</b>	Stranica: 29 Slika: 27 Tablica: 4 Navoda literature: 7
<b>SAŽETAK:</b>	<p>U radu je istražen utjecaj oblaganja rubova na čvrstoću kutnih sastava. Za potrebe istraživanja izrađeni su uzorci od ploča iverice koji su sastavljeni od dva elementa.</p> <p>Dimenzije plošnih elemenata su 192 x 100 x 19 mm i spojeni su bukovim moždanicima na tri mjesta. Za usporedbu su se ispitivali uzorci sa i bez obloženih rubova.</p> <p>Dobiveni rezultati istraživanja su pokazatelji utjecaja oblaganja rubova na čvrstoću kutnog dvokrakog plošnog sastavljanja prilikom opterećenja.</p>

## **PREDGOVOR**

Čovjek je prepoznao odlična svojstva drva već u dalekoj prošlosti i počeo ga primjenjivati u svakodnevnom životu. Drvo je prirodan, anizotropan, higroskopan i nehomogen materijal koji ima širok spektar primjene. Kao takav plemenit i svestran materijal neizbježan je u izradi namještaja, podnih i zidnih obloga, vrata, prozora, građevinskih elemenata i konstrukcija.

Kroz napredak tehnologije i spoznaje da je drvo materijal ovisan o šumskim resursima počele su se proizvoditi ploče od usitnjenog drva. Osnovne vrste ploča od usitnjenog drva su vlaknatice i iverice. Zbog vidljivog iverja i vlakanaca drva u pločama oblažu se folijama i rubnim trakama. Oplemenjivanje ploča nema za prednost samo estetska svojstva, već i tehnička. Pretpostavlja se da rubna traka utječe na čvrstoću kutnog sastava prilikom opterećenja.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. CILJ ISTRAŽIVANJA.....	2
3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA .....	3
3.1. Utjecaj veznih elemenata na čvrstoću kutnih sastava .....	3
3.2. Određivanje utjecaja debljine kantiranja i razdoblja starenja na savojnu i vlačnu čvrstoću melaminom obložene iverice uporabom Taguchi metode .....	5
4. MATERIJAL I METODE .....	6
4.1. Materijali .....	6
4.1.1. Ploče iverice .....	6
4.1.2. Vezni elementi.....	7
4.1.2.1. Moždanici .....	8
4.2. Metode.....	9
4.2.1. Oblaganje ploča .....	9
4.2.2. Kutno sastavljanje .....	11
4.2.3. Izrada uzoraka .....	12
4.2.4. Određivanje količine ljepila .....	15
4.3. Mjerni uređaji za ispitivanje.....	16
4.4. Ispitivanje uzoraka .....	17
5. REZULTATI.....	19
6. DISKUSIJA.....	27
7. ZAKLJUČAK .....	28
8. LITERATURA.....	29

## **1. UVOD**

Kod namještaja su najbitniji izgled, funkcionalnost i kvaliteta izrade. Kvaliteti namještaja doprinosi kvaliteta izrade osnovnih materijala od kojeg je namještaj izrađen. Pored namještaja od masivnog drva izrađuje se namještaj i iz ploča od usitnjenog drva. U proizvodnji namještaja od ploča, jedan od najčešćih načina sastavljanja je kutno dvokrako plošno sastavljanje. Pri čemu se često koriste lijepljeni moždanici kao sredstvo povezivanja. Može se očekivati da ukupnoj čvrstoći spoja doprinosi i rubna traka kojom se oblažu rubovi ploča od usitnjenog drva.

Dvokrako plošno sastavljanje jedan je od najčešće korištenih sastavljanja u proizvodnji namještaja od ploča. Stoga je u istraživanju ispitana čvrstoća takvog sastava i utjecaj oblaganja rubova na čvrstoću. U istraživanju su korišteni uzorci dimenzija 192 x 100 x 19 mm izrađeni iz troslojne iverice oplemenjene folijom. Za usporedbu dobivenih rezultata su ispitani uzorci sa obloženim rubom vertikalne plohe u odnosu na sastav i uzorci bez obloženih rubova.

## **2. CILJ ISTRAŽIVANJA**

Cilj rada je analizirati i utvrditi da li oblaganje rubova ima utjecaj na čvrstoću kutnog dvokrakog plošnog sastavljanja i kolike su razlike u rezultatima kod uzoraka sa obloženim rubovima i bez obloženih rubova. Ispitivani su uzorci od oplemenjene troslojne iverice debljine 19 mm, spojenih pomoću bukovih moždanika.

Istraživani čimbenici su :

- Čvrstoća kutnog dvokrakog plošnog sastavljanja sa obloženim rubovima
- Čvrstoća kutnog dvokrakog plošnog sastavljanja bez obloženih rubova

### **3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA**

#### **3.1. Utjecaj veznih elemenata na čvrstoću kutnih sastava**

Dosadašnja istraživanja čvrstoće kutnih spojeva istražuju uglavnom prednosti i nedostatke veznih elemenata koji se koriste pri spajanju i povezivanju sastava. Kod takvog istraživanja uzorci se izrađuju iz jednakog materijala istih dimenzija, mijenja se sredstvo povezivanja.

„Da bi namještaj bio kvalitetan, bitno je prije svega naglasiti da svi dijelovi koji se upotrebljavaju za izradu namještaja moraju biti kvalitetni. Mora se voditi računa o postizanju kvalitete konstrukcijskog sastava koji je ujedno i najvažniji faktor pri izradi namještaja, ali da se i odabere što kvalitetnija metoda izrade. U radu su prikazane dosadašnje svjetske spoznaje vezano za istraživanja o konstrukcijskim sastavima, te o njihovoj čvrstoći. Istraživanje je provedeno na uzorcima izrađenim od ploče iverice 18 mm debljine. Uzorci su bili dimenzija 100×100 mm, sastavljeni kutno plošnim sastavljanjem. Za izradu sastava koristio se bukov moždanik, lamelo umetak, konfirmat vijak, vijak za drvo, te svornjak za zakretnim klinom. Dobiveni rezultati istraživanja su statistički obrađeni, te će služiti za dalje kao pokazatelj utjecaja moždanika, vijka za drvo, konfirmat vijka, lamelo umetka, te svornjaka sa zakretnim klinom na čvrstoću spoja.

Istraživanjem se htjelo postići saznanje koji od elemenata za sastavljanje ima najveću vrijednost momenta savijanja. Dobiveni rezultati vrijednosti momenta savijanja najveći su bili kod oblikovno ne prihvatljivih sastava (konfirmat vijak, vijak za drvo) što ne mora značiti da se ne mogu biti odabir pri sastavljanju nevidljivih dijelova namještaja ili sastavljanju gdje bi vezni element bio vidljiv ali sakriven pomoću ukrasne kapice. Oblikovno prihvatljivi elementi (moždanik, lamelo umetak i svornjak sa zaokretnim klinom) su imali manje vrijednosti momenta savijanja, naročito svornjak sa zaokretnim klinom, te su ti elementi među glavnim odabirom pri sastavljanju namještaja baš iz razloga što pri sastavljanju spojni element ne dolazi do izražaja.“ (Hadžić, 2013.)



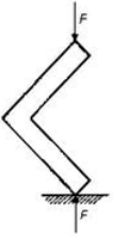
„Za sastavljanje relativno velikih dijelova i sklopova od ploča, kao što su višedijelni garderobni ili kombinirani ormari, industrija pratećih pomoćnih materijala tj. veznih elemenata od metala i plastike proizvodi širok asortiman tih proizvoda...“. (Tkalec i Prekrat, 2000.)

„Za izbor kutnog sastava najvažnija je njegova čvrstoća. Međusobno uspoređivanje čvrstoće određenih kutnih sastava bit će najobjektivnije na osnovi rezultata ispitanih uzoraka izrađenih od različitih osnovnih materijala.

Uspoređivanje različitih sastava na uzorcima iz jednovrsnog osnovnog materijala, može se obavljati jedino uz pretpostavku određenih konstantnih dimenzija vezova ili spojeva, jer i manje izmjene u dimenzioniranju spojeva mogu znatno utjecati na promjene čvrstoće.

Istraživanja G. Mettea i J. Schmalenberga pokazuju da čvrstoća istovrsnog sastava na različitim pločastim materijalima može znatno odstupati. Takva odstupanja su još veća kad se radi o različitim konstrukcijskim sastavima na istovrsnom materijalu. Rezultati su izneseni u tablici“. (Tkalec i Prekrat, 2000.)

Tablica 1. Odstupanja prosječnih sila lomova kod spojeva različitih pločastih materijala (Tkalec i Prekrat, 2000.)

	KOSI SLJUB OD 45° S UTOROM U PEROM OD FURNIRSKE PLOČE	KOSI SLJUB S UGAONIM UMETNUTIM PEROM	RAVNI SLJUB S MOŽDANICIMA ø 8 mm	KOSI SLJUB S UGAONIM MOŽDANICIMA PVC ø 8	RAVNI SLJUB S LAMELLO UMETKOM 20 mm	KOSI SLJUB od 45° S LAMELLO UMETKOM od 20 mm
VRSTA PLOČE Debljina=19mm	PROSJEČNA SILA LOMA $F_L$ (N)					
Troslojna iverica (IT) V20, DIN 68763 RAL	100,8	95,7	34,3	71,7	30	99,2
Stolarska ploča (SP)	103,5	228	58,9	145,7	41,9	141,1
Iverica oplemenjena melaminskom folijom KF3 po DIN u 68765	111,2	135	48,5	99	45,7	104,5
Peteroslojna iverica	102,7	90,9	44,8	75,7	24,7	62,7

### **3.2. Određivanje utjecaja debljine kantiranja i razdoblja starenja na savojnu i vlačnu čvrstoću melaminom obložene iverice uporabom Taguchi metode**

„U ovom istraživanju, razdoblje starenja (20, 30, 40 i 50 dana), debljina kantiranja (0,4; 0,8; 1 i 2 mm) i vrsta ostvarivanja sile (svojna čvrstoća - MOR i vlačna čvrstoća - MOE) odabrani su kao parametri za analizu učinaka na mehanička svojstva melaminom obložen iverice. U tu svrhu, Taguchijevo oblikovanje metodologije pokusa provedeno je za optimizaciju procesnih parametara. Pokusi su provedeni po ortogonalnom polju L16 sa 16 kombinacija ispitnih varijabli za procjenu utjecaja različitih čimbenika. Analiza varijance također je bila uključena za istraživanje koji parametri konstrukcije značajno utječu na mehanička svojstva melaminom obložene iverice. Statistička je analiza pokazala da vrsta ostvarivanja sile krajnje promjenjivo djeluje na odziv. Simulirani i eksperimentalni rezultati također pokazuju dobro slaganje jednih s drugima.“ (Saclı i Neseli, 2016.)

## **4. MATERIJAL I METODE**

### **4.1. Materijali**

Osnovna podjela ploča od usitnjenog drva je na dvije podvrste: ploče iverice i ploče vlaknatice. Ploče iverice proizvode se od iverja drva ili drugih lignoceluloznih sirovina koje se povezuju ljepilom na bazi prirodnih ili sintetskih smola, uz djelovanje tlaka i topline. Ploče vlaknatice izrađuju se iz drvnih vlakana koja se međusobno isprepliću, vežu sa ljepilom i tvore tepih koji se zagrijava pod tlakom ili bez tlaka.

Prednost pri izradi ploča od usitnjenog drva je to što se sve vrste mogu upotrijebiti kao sirovina. Upotrebljava se materijal koji se ne može iskoristiti na drugačiji način, kao što su ostaci debala, granjevina, metrice i slično. Ne upotrebljava se trulo drvo jer trulež narušava i smanjuje svojstva ploča.

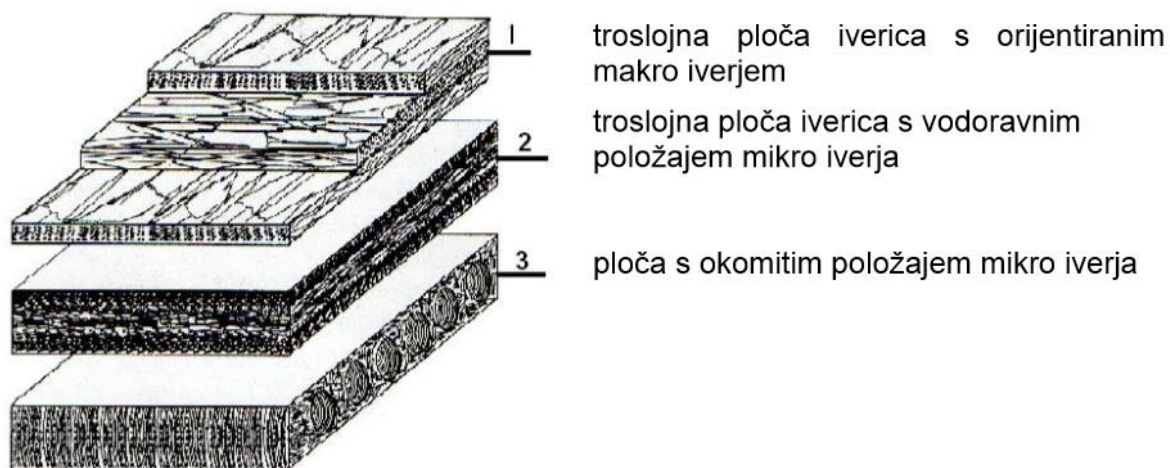
„S obzirom na uporabu osnovne sirovine, ploče od usitnjena drva najmanje su zahtjevne u odnosu na sve druge vrste drvnih ploča. Za proizvodnju ploča od usitnjena drva mogu se upotrijebiti gotove sve vrste i oblici lignoceluloznih sirovina. Iako se za proizvodnju ploča od usitnjena drva mogu upotrebljavati jednogodišnje biljke (konoplja, lan, kukuruzovina, slama...), ipak je najčešća i najvažnija sirovina drvo“. (Jambreković, 2004.)

#### **4.1.1. Ploče iverice**

Ploče iverice proizvode se iz usitnjenog drva tj. iz drvnog iverja koje se povezuje sintetskim vezivima pod povišenom temperaturom i tlakom. Najzastupljenija su vrsta pločastih materijala. Razlog tome je primjena u proizvodnji namještaja i graditeljstvu, povoljna svojstva, niska cijena osnovne sirovine i sintetskih veziva, te niska nabavna cijena u odnosu na druge pločaste materijale.

Ploče iverice mogu se podijeliti prema dimenzijama iverja (ploče s mikroiverjem i ploče s makroiverjem), s obzirom na način formiranja i prešanja iverja (ploče s vodoravnim položajem iverja, ploče s okomitim položajem iverja i ploče s vodoravnim položajem iverja, orjentiranim približno okomito ili približno vodoravno

smjeru proizvodnje), strukturi iverja (jednoslojne ploče, troslojne ploče, višeslojne ploče i ploče s postupnim prijelazom strukture presjeka) i gustoći ploče (lake ploče, srednje teške ploče, teške ploče). (Jambreković, 2004.)



Slika 1. Sheme osnovnih vrsta ploča iverica (Jambreković, 2004.)

#### **4.1.2. Vezni elementi**

Za povezivanje i spajanje elemenata od drva postoje razni oblici i vrste veznih elemenata. Vezni elementi se mogu podijeliti na više skupina, no treba istaknuti dvije osnovne skupine:

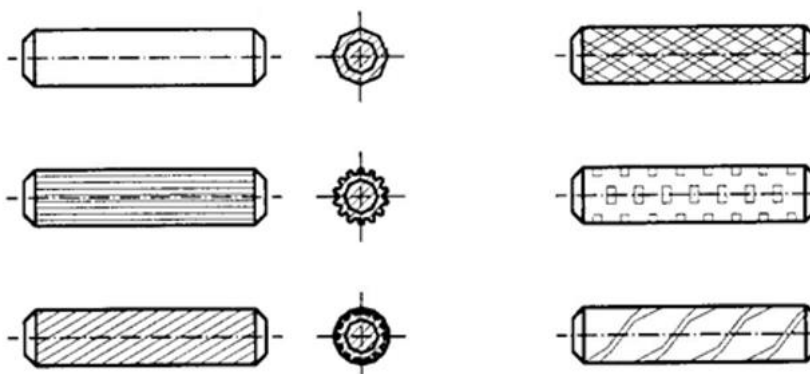
1. Elementi za povezivanje
2. Elementi za spajanje

Elementi za povezivanje su vezni elementi koji dopuštaju rastavljanje prethodno sastavljenih sklopova bez oštećenja. U ovu skupinu spadaju vijci, vijci bez uložne matice-„confirmat“ vijci, svornjak sa zaokretnim klinom tzv. „ekscentar“ i razne izvedbe kopča.

Elementima za spajanje se spajaju sklopovi koji nisu predviđeni za rastavljanje. Pri sastavljanju se uz vezne elemente koriste ljepila ili plastične mase koje osiguravaju čvrstoću spojeva. U ovu skupinu pripadaju moždanici, eliptični umetci, utorne letvice. (Tkalec i Prekrat)

#### **4.1.2.1. Moždanici**

Moždanici su elementi za spajanje koji se izrađuju od drva i površinski su izbrazdani na različite načine (slika). Primjenjuju se u izradi namještaja i najčešći su drveni spojni element. (Tkalec i Prekrat)

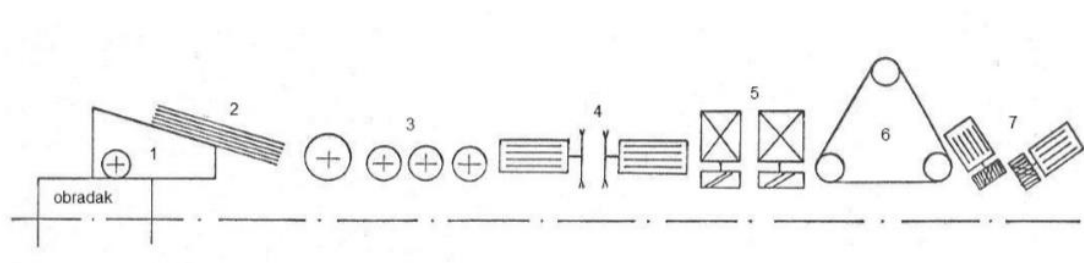


Slika 2. Moždanici različitih oblika, glatki, izbrazdani i užljebljeni (Tkalec i Prekrat)

## 4.2. Metode

### 4.2.1. Oblaganje ploča

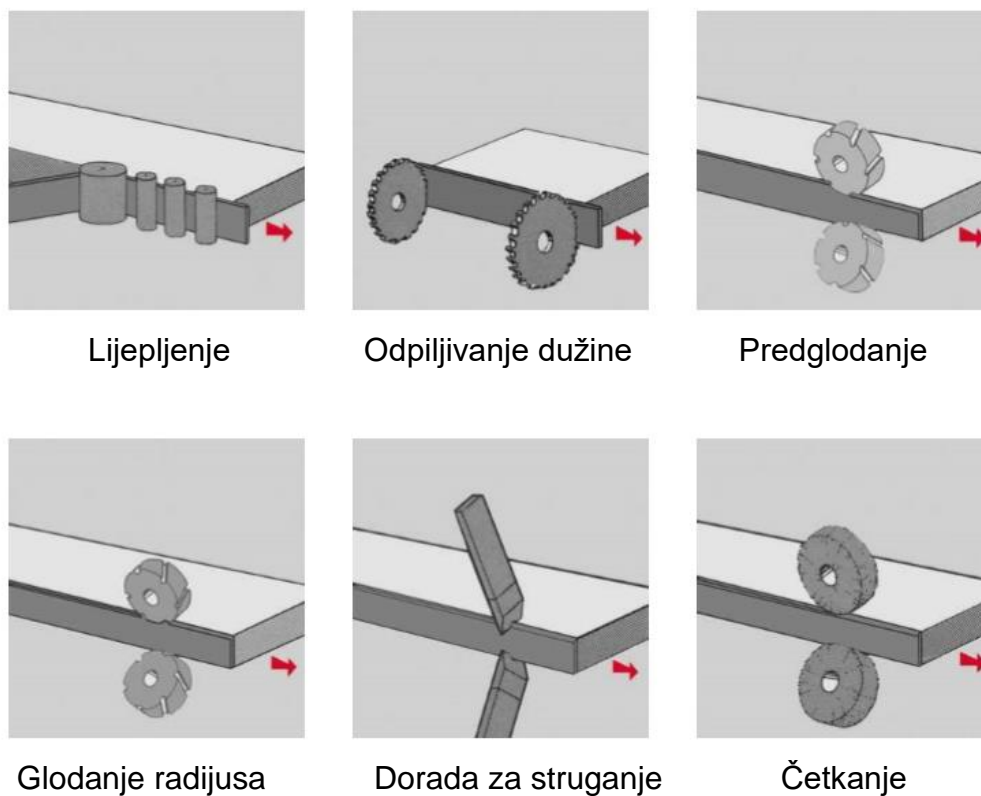
Pločasti materijali se oblažu kako bi se poboljšala kvaliteta površine, mehanička i estetska svojstva, smanjila emisija formaldehida, hrapavost i poroznost ploha. Ploče se oblažu furnirima, laminatima, folijama, dekorativnim papirima i lakovima. Osim ploha ploča oblažu se i rubovi. Rubovi se također oblažu radi estetskih svojstava, lakše kasnije obrade (profiliranja) i zaštite od vanjskih utjecaja. Rubovi se oblažu materijalima poput furnira, letvica od masivnog drva, PVC folijama, laminatima i ABS trakom.



Slika 3. Shematski prikaz linije za oblaganje ravnih rubova

(<http://moodle.srce.hr/2016-2017/course/view.php?id=17343#section-8>)

1. Spremnik sa grijačima i valjkom za nanošenje taljivog ljepila
2. Skladište rubnog furnira
3. Pritisni valjci
4. Agregati za odpiljivanje nadmjere na dužinu furnira
5. Agregati za glodanje nadmjere na širinu furnira
6. Tračna brusilica
7. Četkarica za brušenje bridova



Slika 4. Faze oblaganja rubova

([https://www.egger.com/shop/en\\_GB/get\\_download/3ca1a25f-a165-426d-8a18-ffaca3830ae6/Processing\\_instructions\\_ABS\\_edging\\_UK.pdf](https://www.egger.com/shop/en_GB/get_download/3ca1a25f-a165-426d-8a18-ffaca3830ae6/Processing_instructions_ABS_edging_UK.pdf))



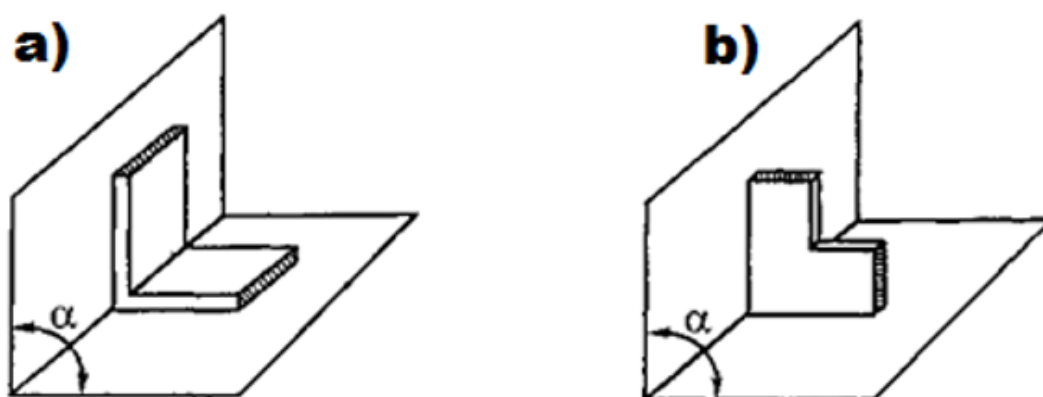
Slika 5. Troslojna iverica obložena ABS trakom

Tablica 2. Potrošnja materijala za oblaganje (Jambrečković, 2004.)

Vrsta materijala za oblaganje	Zapadna Europa 1993. godine (milijuna m <sup>2</sup> )	Europska unija – procjena 1995. godine	
		Milijardi m <sup>2</sup>	%
Prirodni furnir	910	1,12	33
Melaminski film	830	1,40	41
Laminat	150	0,15	5
Pigmentni lak	360	-	-
Dekoratívna folija	440	0,61	17
PVC folija	80	-	-
Rubne trake	-	0,14	4

#### 4.2.2. Kutno sastavljanje

Pod kutnim sastavljanjem se podrazumijevaju sastavi odnosno konstrukcijski oblici koji imaju elemente spojene pod određenim kutom. Najčešći su kutni sastavi čiji su elementi spojeni pod pravim kutom (90°) i čine L,T,X,Y kutne sastave. Razlikuju se dvije vrste kutnog sastavljanja s obzirom na položaj stranica elemenata u odnosu na ravninu u kojoj se nalaze. Postoji kutno dvokrako plošno sastavljanje i kutno dvokrako bočno sastavljanje.



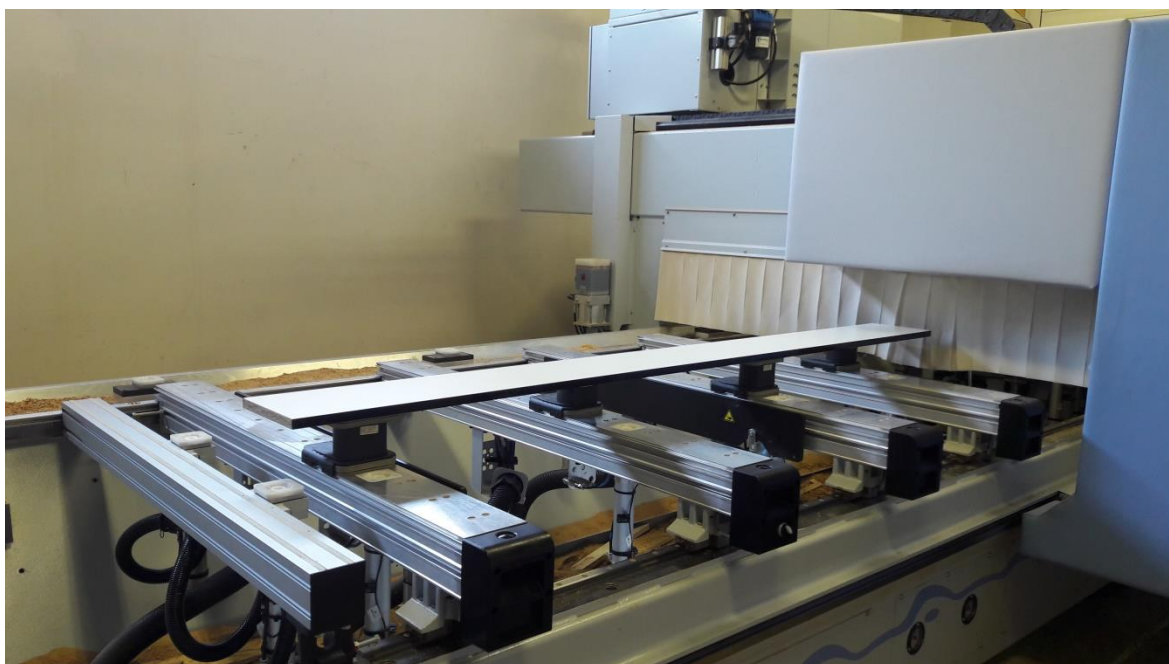
Slika 6. Kutno dvokrako sastavljanje a) plošno sastavljanje b) bočno sastavljanje (Tkalec i Prekrat)

Pri korištenju ploča od usitnjenog drva uglavnom se primjenjuje plošno sastavljanje, bočno sastavljanje se koristi u nekim izuzetnim slučajevima. Kod kutnog sastava najbitnija je njegova čvrstoća. (Tkalec i Prekrat)



#### **4.2.3. Izrada uzoraka**

Uzorci su izrađeni od oplemenjene troslojne iverice i sastoje se od dva elementa dimenzija 192 x 100 x 19 mm. Elementi za uzorke izrađeni su na CNC stroju. Korišten je alat za bušenje, te svrdlo  $\varnothing 8$  mm. U svaki element izbušena su tri horizontalna i tri vertikalna provrta na razmaku od 64 mm. Horizontalni provrti su dubine 23,5 mm, a vertikalni provrti su dubine 13,5 mm. Korišten je alat za piljenje kako bi se dobile potrebne dimenzije uzoraka. Za spajanje elemenata su korišteni moždanici BU 8/35 tip B i Kleiberit 300 D3 ljepilo. Kako bi se uštedjelo na materijalu svaki element uzorka se koristio dva puta. Nakon što se uzorak ispitao, propiljen je na mjestu spajanja pomoću formatne pile. Pošto su u svaki element uzorka izbušeni jednaki provrti moguće ih je ponovno spojiti i iskoristiti za ispitivanje. Ukupno je ispitano 30 uzoraka sa obloženim rubovima i 30 uzoraka bez obloženih rubova.



Slika 7. Izrada elemenata uzoraka na CNC stroju



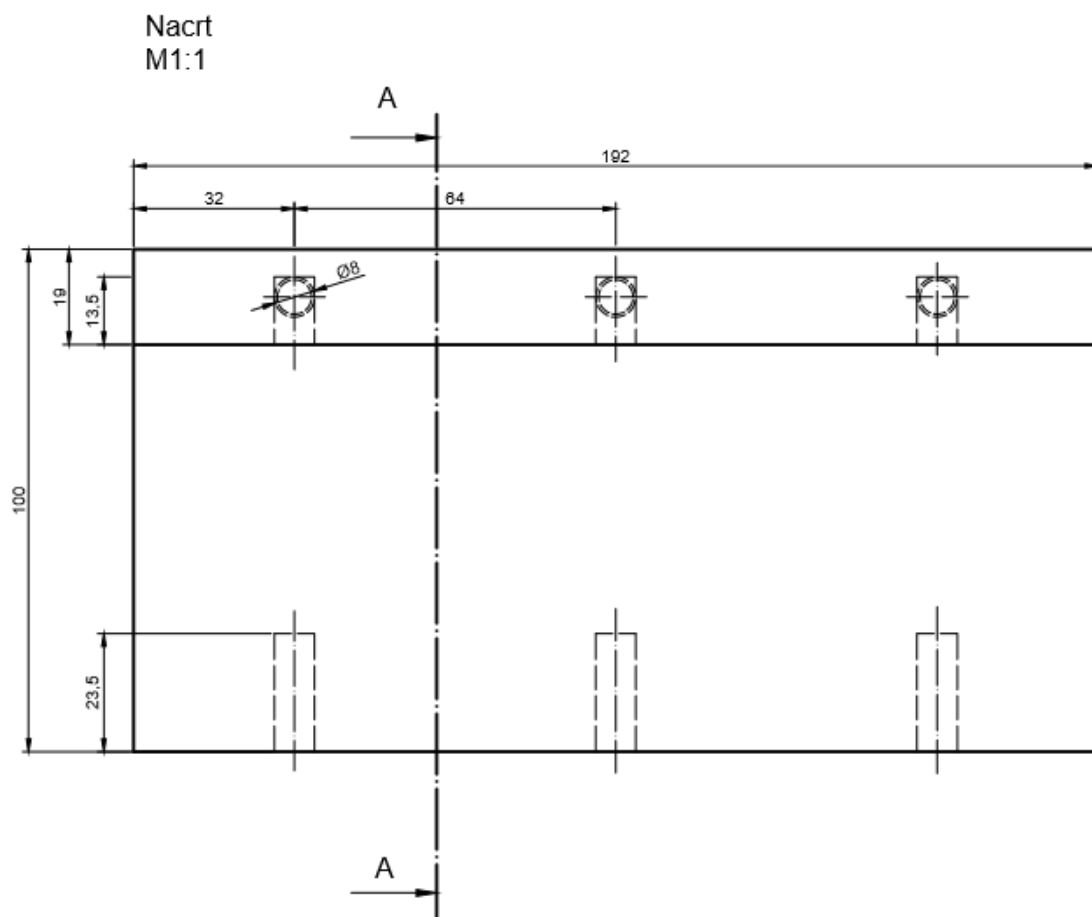
Slika 8. Pribor potreban za izradu uzoraka



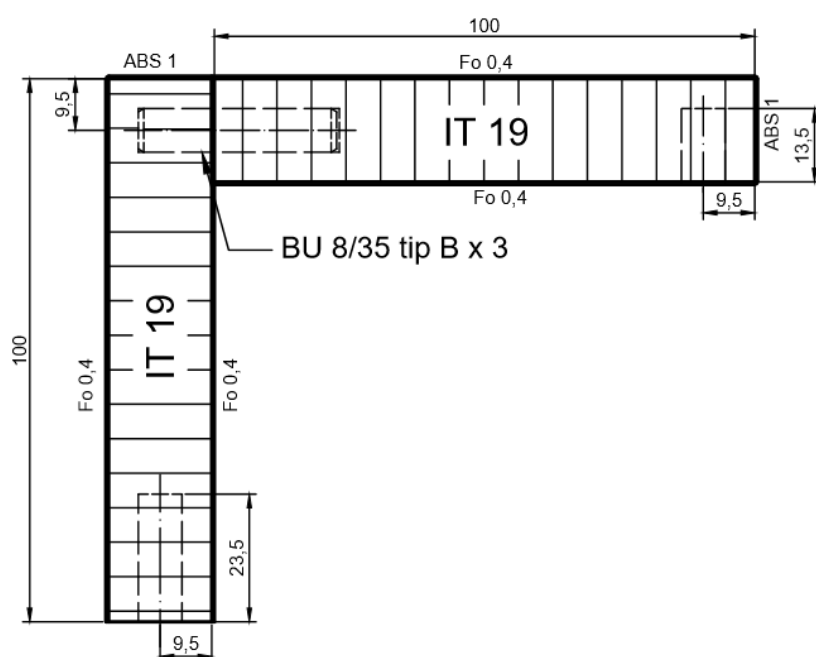
Slika 9. Ljepilo Kleiberit 300 D3



Slika 10. Sastavljeni uzorak



Bokocrt  
M1:1  
A-A



Slika 11. Prikaz presjeka sastavljenog uzorka

#### 4.2.4. Određivanje količine ljepila

Kako bi se odredila količina ljepila koja se stavlja u svaki provrt za učvršćivanje moždanika potrebno je izračunati površinu provrta i odrediti količinu nanosa ljepila. Površina provrta računa se prema:

$$P = (2r \times \pi \times v) + (r^2 \times \pi)$$

Kada se dobivena površina pomnoži sa količinom nanosa ljepila dobije se potrebna količina ljepila po m<sup>2</sup>.

Ukupna dubina provrta = 37 mm

Dubina horizontalnog provrta = 23,5 mm

Dubina vertikalnog provrta = 13,5 mm

Promjer provrta = 8 mm

Količina nanosa ljepila = 500 g/m<sup>2</sup>

Za vertikalne provrte potrebno je 0,19478 g/m<sup>2</sup>, a za horizontalne provrte 0,32044 g/m<sup>2</sup>.

### **4.3. Mjerni uređaji za ispitivanje**

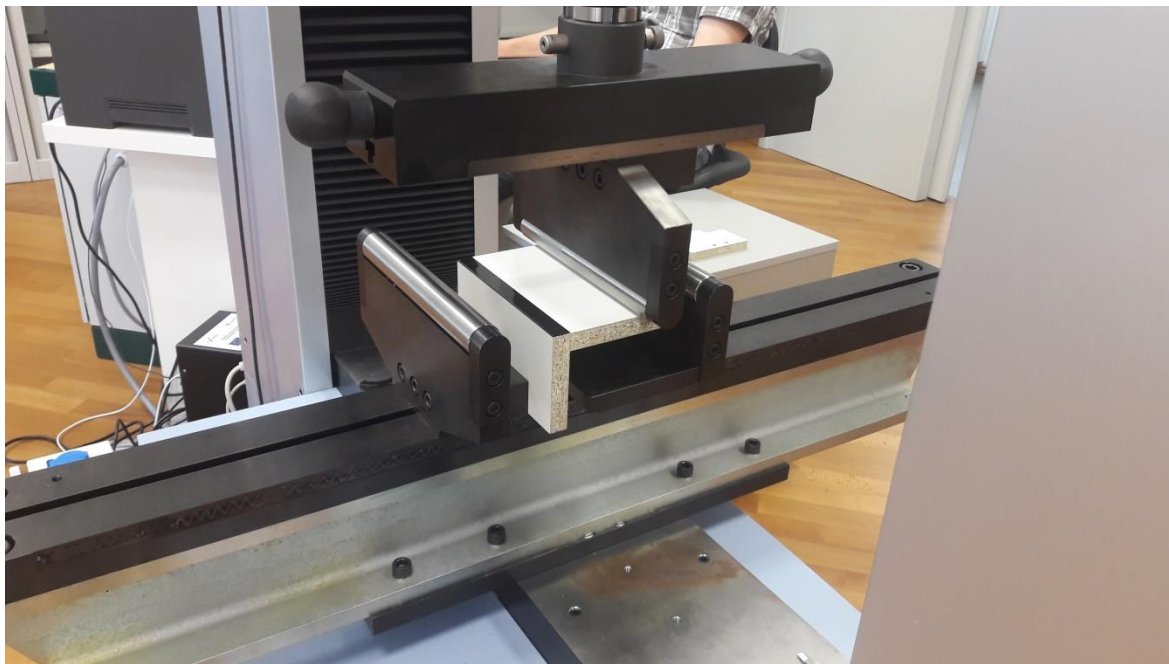
Za ispitivanje čvrstoće kutnog dvokrakog plošnog sastavljanja na izrađenim uzorcima korištena je kidalica Shimadzu AG-X. Kidalica je upravljana računalom, te zapisuje i analizira rezultate ispitivanja u elektronskom obliku i crta Hookov dijagram na temelju rezultata ispitivanja. Na kidalici je moguće ispitivanje na vlak, tlak i savijanje u mjernom području od 100 kN.



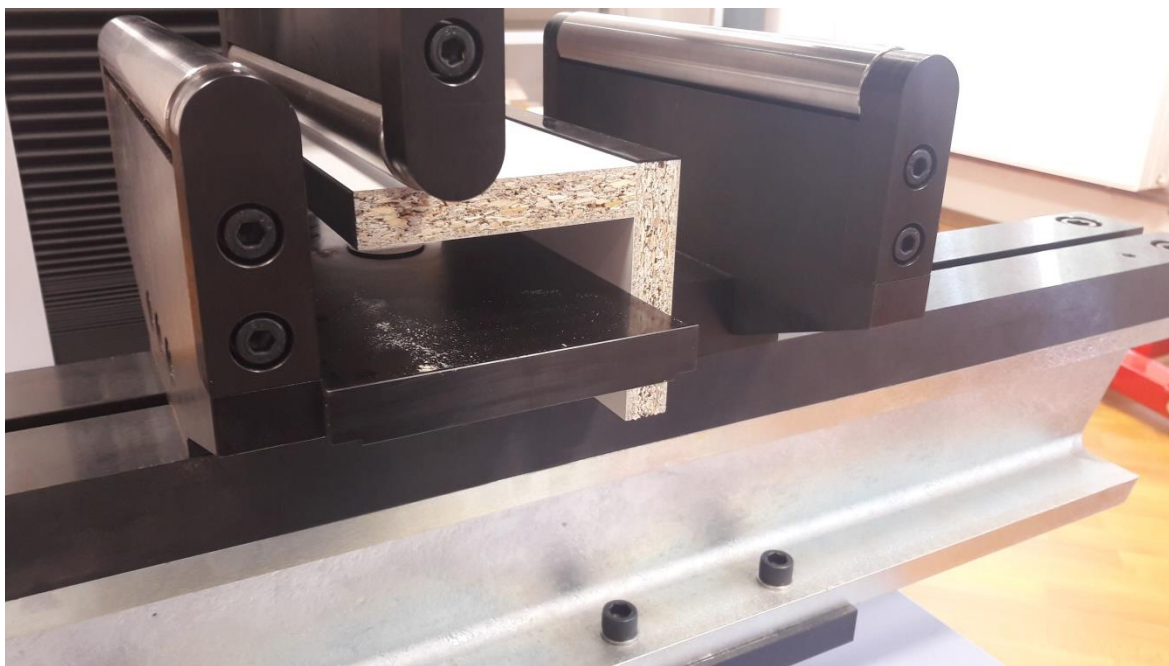
Slika 12. Kidalica shimadzu AG-X plus



#### **4.4. Ispitivanje uzoraka**



Slika 13. Uzorak u kidalici prije ispitivanja



Slika 14. Uzorak u kidalici prije ispitivanja



Slika 15. Uzorak za vrijeme ispitivanja u kidalici

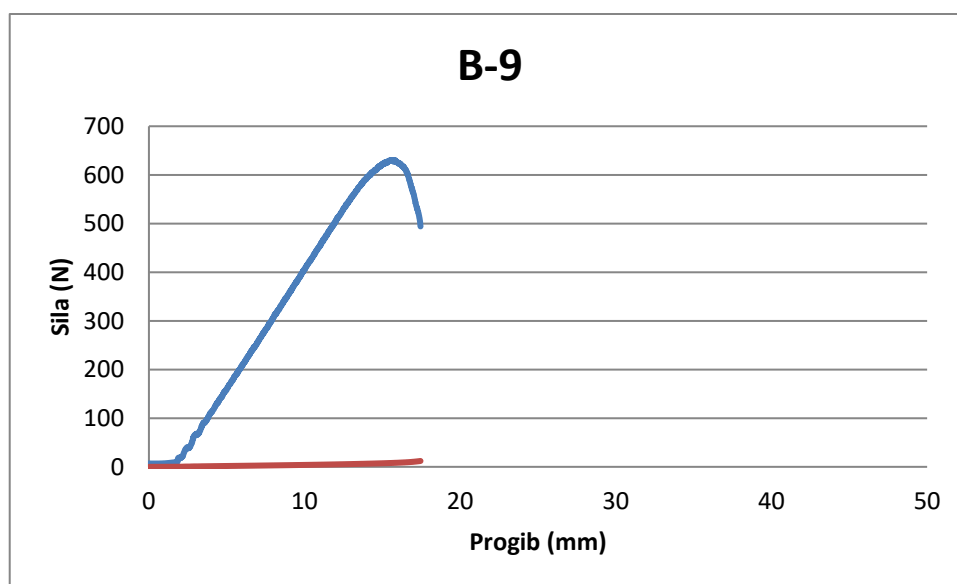
## 5. REZULTATI

Ispitan je utjecaj oblaganja rubova na čvrstoću kutnog dvokrakog plošnog sastavljanja na dvije vrste uzoraka. Rezultati su prikazani u tablicama, te su napravljeni Hooke-ovi dijagrami u programu "Microsoft Excel" koji prikazuju najveću silu i odnos sile i progiba za svaki uzorak. Za istraživanje je ukupno napravljeno 60 uzoraka. Za svaku vrstu uzorka po 30 komada.

Uzorci sa obloženim rubovima su označeni sa slovom T, dok su uzorci bez obloženih rubova označeni sa slovom B i rednim brojem.

U tablici 3. su navedeni rezultati dobiveni ispitivanjem uzoraka bez obloženih rubova. Vrijednosti se kreću od najveće maksimalne sile 630,458 N do najmanje maksimalne sile 446,622 N. Najveća vrijednost maksimalne sile izmjerena je na uzorku B-9, dok je najmanja vrijednost maksimalne sile zabilježena kod uzorka B-22. Srednja vrijednost maksimalne sile kod 30 ispitanih uzoraka je 503,065 N.

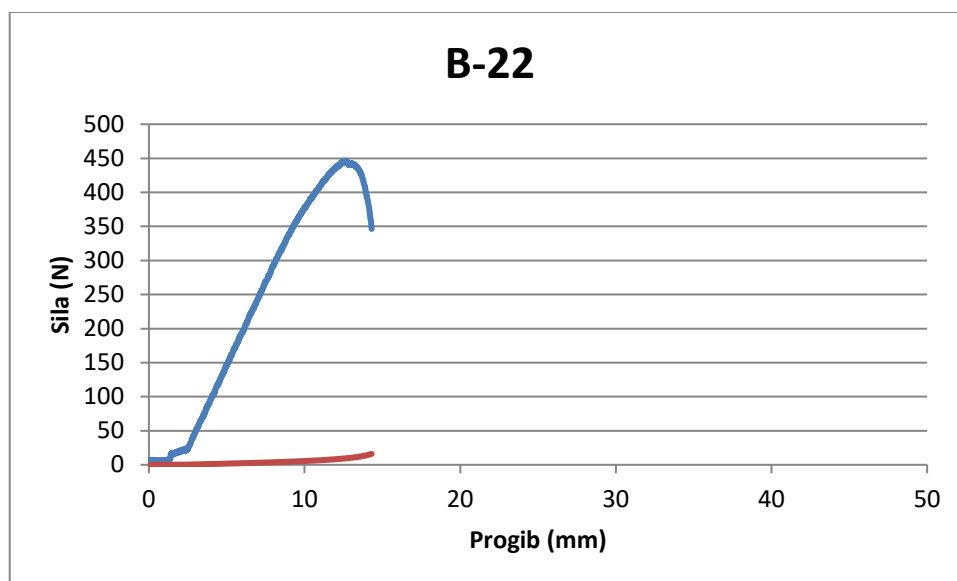
Graf prikazuje Hooke-ov dijagram B-9 uzorka, kod kojeg je postignuta najveća maksimalna sila.



Slika 16. Prikaz dijagrama naprezanja za uzorak B-9



Dijagram prikazuje najmanju maksimalnu silu postignutu kod ispitivanja uzoraka bez obloženih rubova.



Slika 17. Prikaz dijagrama naprezanja za uzorak B-22



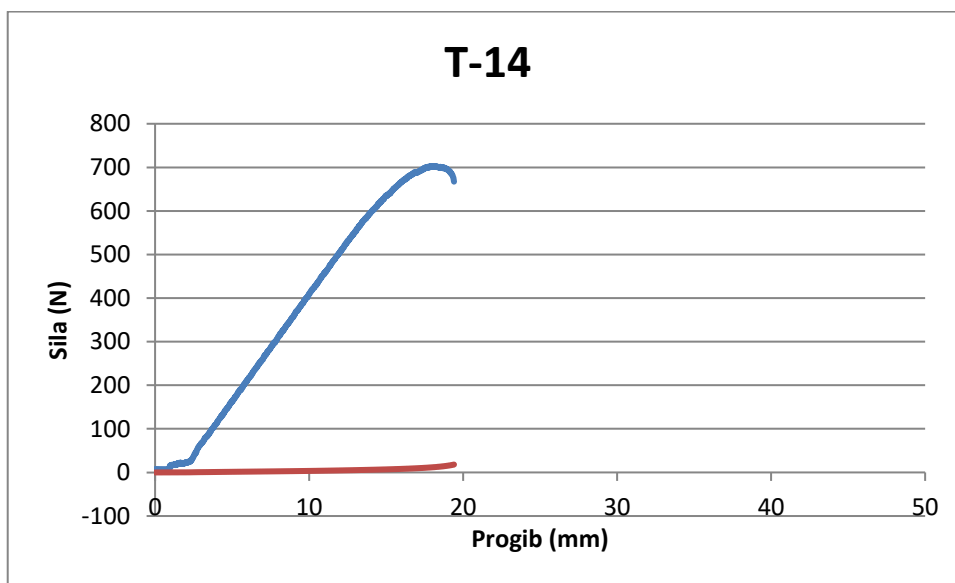
Slika 18. Uzorak B-22 nakon ispitivanja

Tablica 3. Rezultati ispitivanja uzoraka bez obloženih rubova

Name	Elastic	Max_Force	Max_Displacement	Max_Strain	Max_Time
Parameter	Force 10 - 20 N	Disp. 0 - 40 mm	Disp. 0 - 40 mm	Disp. 0 - 40 mm	Disp. 0 - 40 mm
Unit	N/mm <sup>2</sup>	N	mm	%	sec
B-1	0,09054	514,714	8,43815	46,8786	14,00
B-2	0,13534	516,828	10,6491	59,1616	14,48
B-3	0,24920	541,401	7,86496	43,6942	14,51
B-4	0,06000	509,056	9,35085	51,9492	13,34
B-5	0,03424	505,845	10,7063	59,4792	13,84
B-6	0,03589	505,288	10,8089	60,0493	13,95
B-7	0,03340	479,190	9,33627	51,8682	13,69
B-8	0,03001	515,143	11,4005	63,3359	14,25
B-9	0,18697	630,458	8,22404	45,6891	15,82
B-10	0,07708	494,226	9,11706	50,6503	14,14
B-11	0,01663	540,781	10,5828	58,7932	13,90
B-12	0,11915	517,400	7,93148	44,0638	14,27
B-13	0,03708	476,344	8,08908	44,9394	13,23
B-14	0,04728	453,409	8,38719	46,5955	12,91
B-15	0,07209	535,599	8,98894	49,9385	13,72
B-16	0,02548	509,501	11,7779	65,4330	15,00
B-17	0,03274	497,643	11,7605	65,3360	14,77
B-18	0,09175	535,250	8,53854	47,4363	14,62
B-19	0,04457	459,194	8,63808	47,9894	12,77
B-20	0,06618	500,393	9,81006	54,5004	13,37
B-21	0,03160	490,952	11,7971	65,5395	13,54
B-22	0,06531	446,622	9,59592	53,3107	12,69
B-23	0,06104	447,639	9,20813	51,1563	12,75
B-24	0,04565	522,169	11,8334	65,7411	14,02
B-25	0,10047	492,207	7,47731	41,5406	13,17
B-26	0,08124	507,482	9,76794	54,2663	12,98
B-27	0,06859	506,099	6,88190	38,2328	12,67
B-28	0,11081	486,517	7,57846	42,1026	13,07
B-29	0,06417	465,250	10,6482	59,1568	12,70
B-30	0,06068	489,362	7,98610	44,3672	12,76
Average	0,07251	503,065	9,43917	52,4398	13,6977
Standard Deviation	0,04990	35,5153	1,4614	8,11889	0,80115
Maximum	0,24920	630,458	11,8334	65,7411	15,82
Minimum	0,01663	446,622	6,8819	38,2328	12,67
Range	0,23257	183,836	4,9515	27,5083	3,15

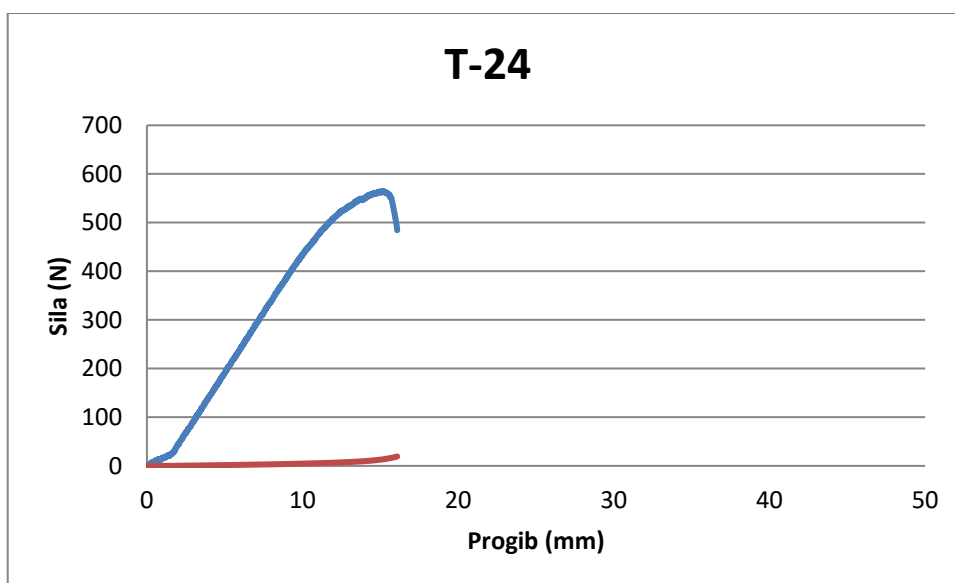
Tablica 4 prikazuje rezultate uzoraka čiji su rubovi obloženi rubnom trakom. Iz rezultata je vidljivo da je najveća maksimalna sila postignuta kod uzorka T-14 i iznosi 703,303 N, a najmanja maksimalna sila je kod uzorka T-24 i iznosi 564,845 N. Srednja vrijednost maksimalne sile iznosi 637,009 N.

Hooke-ov dijagram prikazuje najveću postignutu maksimalnu silu pri ispitivanju uzoraka sa obloženim rubovima.



Slika 19. Prikaz dijagrama naprezanja za uzorak T-14

Najmanja maksimalna sila kod uzoraka sa obloženim rubovima je postignuta kod uzorka T-24.

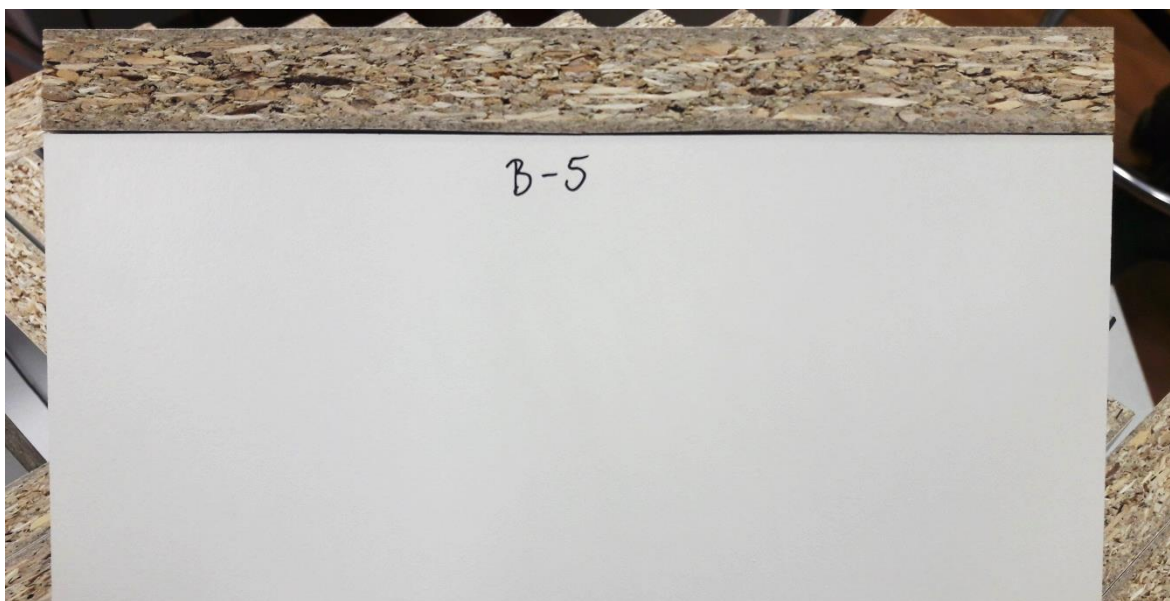


Slika 20. Prikaz dijagrama naprezanja za uzorak T-24

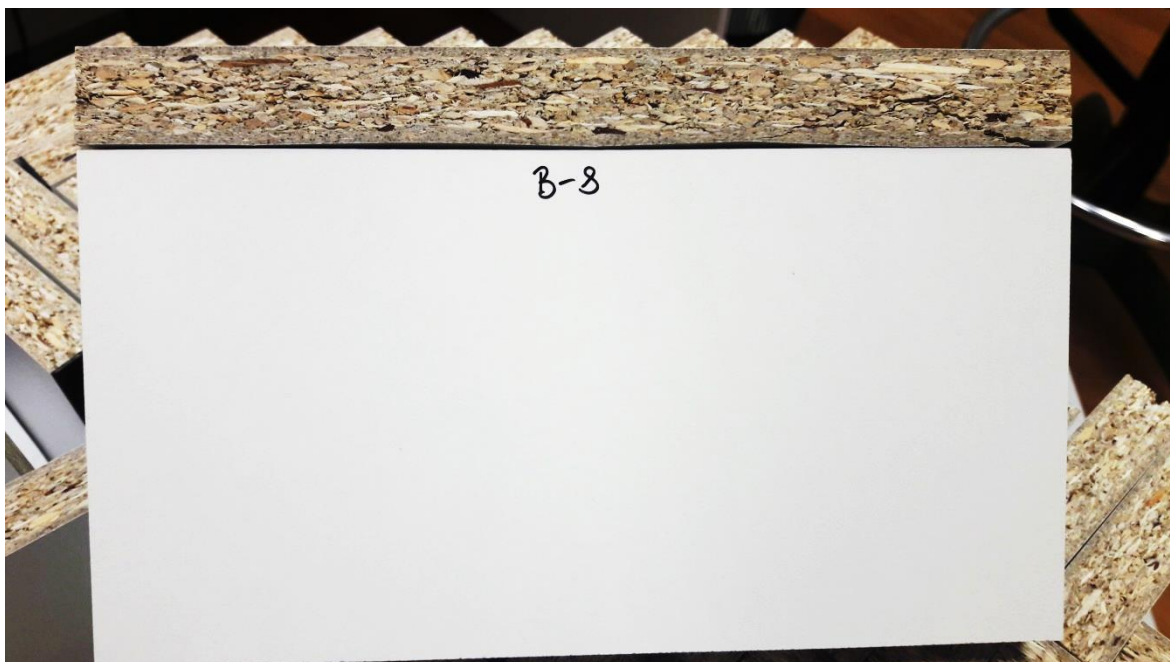
Tablica 4. Rezultati ispitivanja uzoraka sa obloženim rubovima

Name	Elastic	Max_Force	Max_Displacement	Max_Strain	Max_Time
Parameter	Force 10 - 20 N	Disp. 0 - 40 mm	Disp. 0 - 40 mm	Disp. 0 - 40 mm	Disp. 0 - 40 mm
Unit	N/mm <sup>2</sup>	N	mm	%	sec
T- 1	0,02225	668,939	11,3641	63,1338	16,97
T- 2	0,1316	669,543	15,9849	88,805	17,95
T- 3	0,0088	667,397	13,0543	72,5238	17,74
T- 4	0,01891	653,95	15,6044	86,6912	17,61
T- 5	0,0069	658,782	11,9324	66,2912	17,24
T- 6	0,04076	671,784	14,796	82,1998	18,15
T- 7	0,01683	627,009	13,3792	74,3291	16,63
T- 8	0,01648	654,856	16,0799	89,3328	17,58
T- 9	0,08539	646,703	11,3629	63,1272	16,3
T- 10	0,08062	608,587	12,2348	67,9708	16,26
T- 11	0,07819	647,052	10,8963	60,5348	16,78
T- 12	0,06186	624,45	12,9869	72,1492	16,53
T- 13	0,0537	655,969	13,3451	74,1392	19,18
T- 14	0,07296	703,303	11,9969	66,6493	18,08
T- 15	0,29326	658,798	14,8401	82,4448	17,69
T- 16	0,07551	634,527	12,5063	69,4793	16,68
T- 17	0,14585	627,708	14,6445	81,3583	16,33
T- 18	0,14399	585,397	16,4417	91,3426	16,32
T- 19	0,16279	616,392	10,5931	58,8504	17,41
T- 20	0,11022	644,318	10,9217	60,6758	16,58
T- 21	0,10472	587,463	10,4499	58,0551	14,81
T- 22	0,11698	614,421	12,0482	66,9344	15,79
T- 23	0,13819	605,615	14,4175	80,0973	17,27
T- 24	0,12275	564,845	13,783	76,572	15,22
T- 25	0,14547	605,297	10,887	60,4831	15,4
T- 26	0,10634	571,919	10,9381	60,7673	16,77
T- 27	0,14282	666,316	13,6689	75,9385	17,43
T- 28	0,0352	631,205	12,9671	72,0392	17,24
T- 29	0,04785	679,922	14,9138	82,8545	18,59
T- 30	0,05107	657,797	12,1117	67,287	17,69
Average	0,08794	637,009	13,0384	72,4352	17,0073
Standard Deviation	0,06176	33,5187	1,79154	9,95302	0,98429
Maximum	0,29326	703,303	16,4417	91,3426	19,18
Minimum	0,0069	564,845	10,4499	58,0551	14,81
Range	0,28636	138,458	5,9918	33,2875	4,37

Na uzorcima bez obloženih rubova nakon ispitivanja u kidalici nastale su pukotine. Pukotine se nalaze na rubovima ploče i pružaju se paralelno sa njima. Moždanici su bili opterećeni na savijanje, te je zbog velikog opterećenja ploča iverice počela pucati na najslabijem mjestu. Na mjestima gdje elementi uzorka nisu međusobno povezani moždanicima došlo je do razdvajanja ploha i spoj više nije ravan nego valovit.

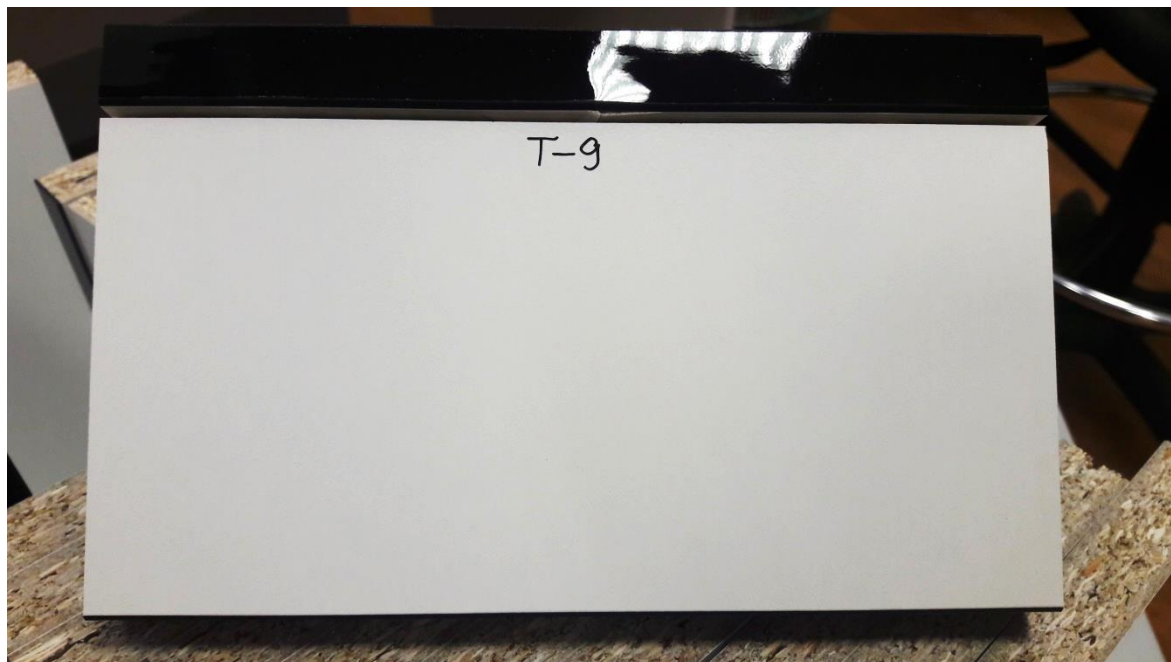


Slika 21. Uzorak nakon ispitivanja



Slika 22. Uzorak nakon ispitivanja

Kod uzoraka sa obloženim rubovima nije vidljivo je li došlo do pucanja iverice, no na rubnoj traci su vidljivi otisci moždanika i valovitost rubne trake. Prilikom opterećenja spajane plohe su se razdvojile i vidljivi su moždanici.

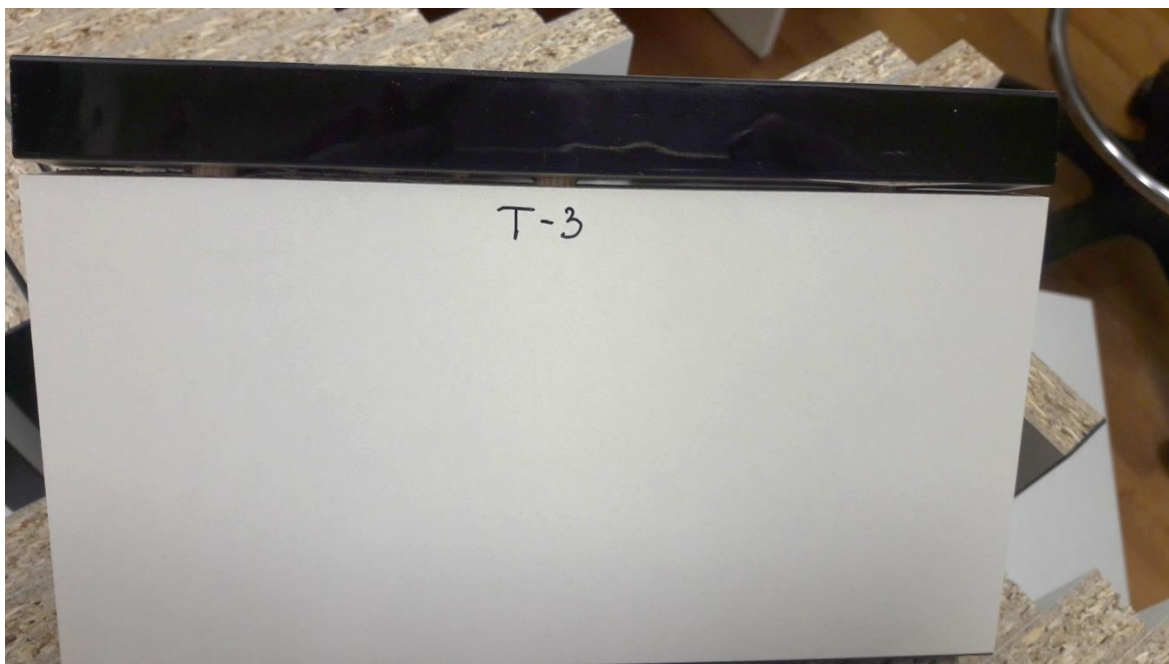


Slika 23. Uzorak nakon ispitivanja



Slika 24. Uzorak nakon ispitivanja





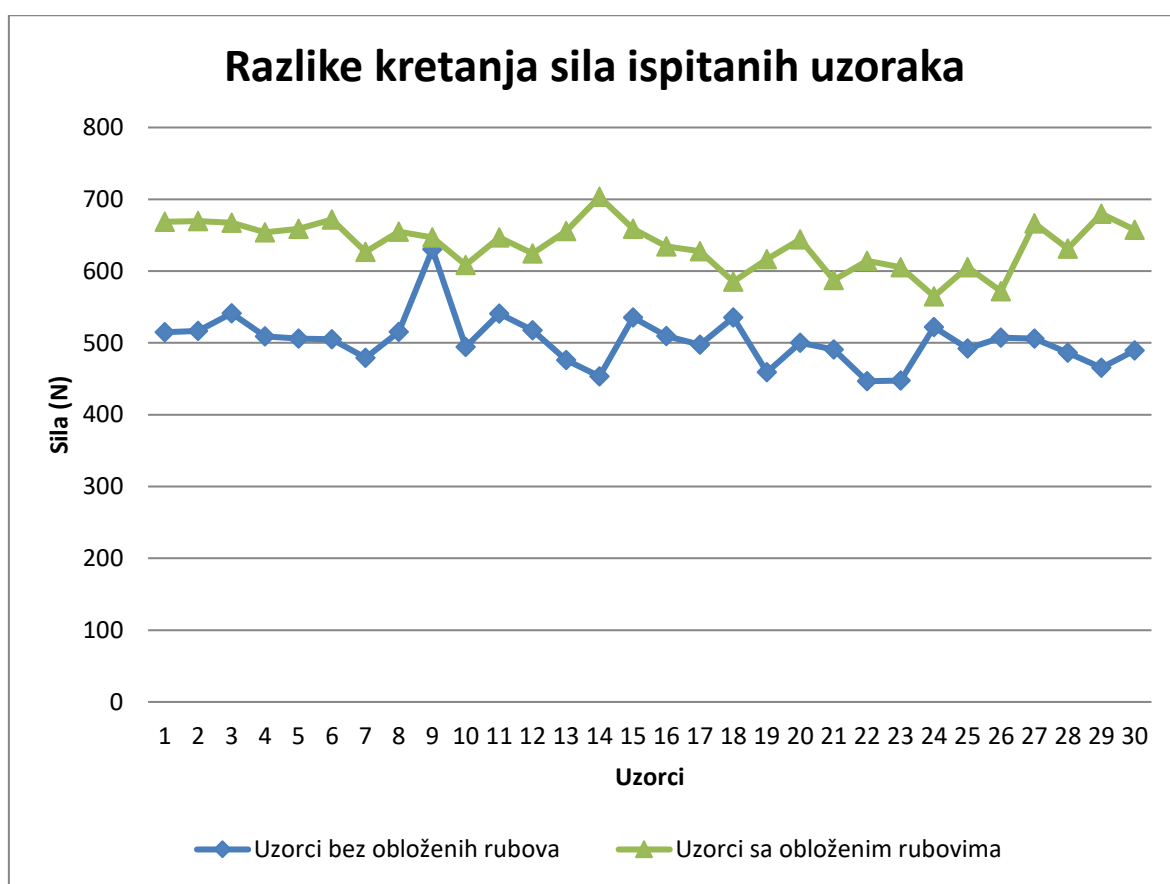
Slika 25. Uzorak nakon ispitivanja



Slika 26. Uzorci nakon ispitivanja

## 6. DISKUSIJA

Oblaganje rubova jedan je od najvažnijih načina zaštite ploča od usitnjenog drva od vanjskih utjecaja, te poboljšanja kvalitete i estetskih svojstava gotovih proizvoda, odnosno namještaja. Kod uzoraka sa obloženim rubovima nije se pojavilo pucanje ni raslojavanje iverice jer je rubna traka povećala čvrstoću spoja i preuzela dio naprezanja. Veća čvrstoća sastava ujedno znači da je krajnji proizvod čvršći i može izdržati veća opterećenja.



Slika 27. Razlike kretanja sila ispitanih uzoraka

Rezultati sila ispitanih uzoraka sa obloženim rubovima kreću se u manjem rasponu nego kod uzoraka bez obloženih rubova. Kod uzoraka bez obloženih rubova taj raspon iznosi 183,836 N, a kod obloženih rubova iznosi 138,458 N. Kod svih ispitanih uzoraka sa obloženim rubovima sile su veće nego kod uzoraka bez obloženih rubova. Što je potrebna veća sila da prilikom opterećenja dođe do pucanja i popuštanja materijala, ujedno je veća i čvrstoća tog sastava.



## **7. ZAKLJUČAK**

Cilj rada bio je ispitati utjecaj oblaganja rubova na čvrstoću kutnog sastava. Ispitivanje se vršilo na uzorcima sa obloženim rubovima i uzorcima bez obloženih rubova. Uzorci su napravljeni iz iverice debljine 19 mm, povezani moždanicima.

Prije početka istraživanja pretpostavljeno je da oblaganje rubova ima utjecaj na čvrstoću kutnih sastava. Nakon razmatranja i analize svih dobivenih rezultata vidljivo je da su uzorci sa obloženim rubovima postigli veće vrijednosti nego uzorci bez obloženih rubova. Veće vrijednosti, odnosno veće sile znače da je sastav čvršći.

Na uzorcima bez obloženih rubova nastale su dobro vidljive pukotine uslijed opterećenja. Kod uzoraka sa obloženim rubovima nije bilo vidljivo raslojavanje ni pucanje ploče. Razlog tome je oblaganje rubova. Zbog ljepila s kojim se lijepi rubna traka ne dolazi do raslojavanja ploče iverice kao kod ploče bez obloženih rubova.

Prema srednjim vrijednostima maksimalnih sila ispitanih uzoraka, potrebna je manja sila za nastanak loma kod uzoraka bez obloženih rubova, točnije potrebna srednja sila je oko 130 N manja od sile potrebne za nastanak loma kod uzoraka sa obloženim rubovima. Čvrstoća kutnog dvokrakog plošnog sastava sa obloženim rubovima veća za 27% od čvrstoće istog kutnog sastava bez obloženih rubova.

Iz cijelog istraživanja se može zaključiti da oblaganje rubova značajno doprinosi čvrstoći kutnih sastava i kvaliteti namještaja.

## **8. LITERATURA**

1. Hadžić, D., 2013: Istraživanje konstrukcijskih spojeva kod kutno plošnog sastavljanja, Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
  2. Jambreković, V., 2004: Drvne ploče i emisija formaldehida, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-53.
  3. Sacli, C., Neseli, S., 2016: Determination of the effect of edge banding thickness and aging period on the mor and moe of melamine coated particle board using Taguchi metod, Tehnički vjesnik 23, 4(2016), 1059-1065.  
<http://hrcak.srce.hr/file/241336>
  4. Tkalec, S., Prekrat, S., 2000: Konstrukcije proizvoda od drva I, Znanje, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-308.
- [https://www.egger.com/shop/en\\_GB/get\\_download/3ca1a25f-a165-426d-8a18-ffaca3830ae6/Processing\\_instructions\\_ABS\\_edging\\_UK.pdf](https://www.egger.com/shop/en_GB/get_download/3ca1a25f-a165-426d-8a18-ffaca3830ae6/Processing_instructions_ABS_edging_UK.pdf)
  - <https://www.shimadzu.hr/specifications-ag-xplus-floor-type>
  - <http://moodle.srce.hr/2016-2017/course/view.php?id=17343#section-8>